

# A DIFRAÇÃO DA LUZ EM UM FIO DE CABELO: UMA ABORDAGEM DO EXPERIMENTO DA DUPLA FENDA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Alice Rodrigues da Silva <sup>1</sup>  
Emilly Katherine Maciel Barboza <sup>2</sup>  
Rodolfo de Luna Oliveira <sup>3</sup>

## RESUMO

O presente trabalho visa discutir as potencialidades do experimento de Young, através de um experimento realizado com 29 alunos do segundo ano do ensino médio do IFPE - Campus Pesqueira. Essa abordagem faz parte de uma ação desenvolvida na disciplina de Laboratório e Prática do Ensino de Física do curso de Licenciatura em Física sob orientação do professor da disciplina. Nosso processo metodológico baseou-se no ensino de ciências por investigação em uma perspectiva focada no contexto histórico do experimento e se dividiu em 3 (três) etapas: primeiro introduzimos o tema discutindo sobre a natureza da luz dividida em duas teorias principais: a corpuscular e a ondulatória. Posteriormente, foram formados grupos de alunos com o objetivo de montar o experimento por meio do uso de um laser e um fio de cabelo, obtendo assim o padrão de interferência a partir da difração da luz do laser ao passar pelo fio de cabelo. Finalmente, com a observação do padrão de interferência conseguido no experimento, reforçando o comportamento ondulatório da luz, ampliamos a discussão inicialmente estabelecida e apresentamos o conceito da dualidade onda-partícula. Como forma de avaliação, fez-se o uso de perguntas prévias e um questionário sobre o conteúdo abordado ao fim da aula. Os resultados obtidos mostraram que é possível abordar essa temática no ensino médio em uma dinâmica mais prática, conseguindo dessa maneira uma maior participação dos alunos em relação a esse tema, havendo uma melhor discussão e assimilação do fenômeno físico da difração.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Experimento de Young, Dualidade onda-partícula.

## INTRODUÇÃO

Até o final do século XVIII, existia uma discussão acerca da natureza da luz que se dividia em duas teorias principais: a corpuscular defendida por Isaac Newton (1643-1727) e a ondulatória defendida por Christian Huygens (1629-1695). É importante destacar, no entanto, que o modelo proposto por Huygens difere do modelo ondulatório atual pois não apresenta conceitos associados a ondas como periodicidade, comprimento de onda etc. (MOURA, 2016, p. 114).

Essa discussão seguiu até 1801 quando Thomas Young (1773-1829) construiu um aparato experimental que conseguiu detectar um padrão de interferência da luz, reforçando a teoria ondulatória. Além disso, ainda no século XX, as equações do eletromagnetismo de

<sup>1</sup> Graduando da Licenciatura em Física do IFPE - Campus Pesqueira, [eualicerodrigues@gmail.com](mailto:eualicerodrigues@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduando da Licenciatura em Física do IFPE - Campus Pesqueira, [emillykatherine123@gmail.com](mailto:emillykatherine123@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor orientador: Mestre, IFPE - Campus Pesqueira, [rodolfo.oliveira@pesqueira.ifpe.edu.br](mailto:rodolfo.oliveira@pesqueira.ifpe.edu.br).

James C. Maxwell (1831-1879) e os experimentos realizados por Heinrich Hertz (1857-1894) fundamentaram ainda mais a ideia da luz como uma onda eletromagnética (FERREIRA e SOUZA FILHO, 2019).

No entanto, Albert Einstein (1879-1955), em 1905, publicou um artigo em que explicou o fenômeno do efeito fotoelétrico fazendo surgir novamente a discussão inicial. Apesar de reconhecer a teoria ondulatória, a explicação de Einstein foi embasada na teoria corpuscular ao descrever que a luz seria formada por fótons e estas seriam as partículas que compõem a luz. Foi com o surgimento da Mecânica Quântica, no início do século XX, que chegamos a uma conclusão a respeito da natureza da luz. Louis de Broglie (1892-1987) propôs uma unificação dos conceitos de onda e partícula destacando que a luz, assim como também a matéria, teria um comportamento dual, ou seja, poderia se comportar como onda ou partícula (FERREIRA e SOUZA FILHO, 2019).

O experimento realizado por Young consiste em fazer uma fonte de luz colimada atravessar uma dupla fenda, onde será difratada, e ser projetada em um anteparo. Caso a luz fosse formada por partículas, o resultado esperado no anteparo deveria ser a projeção de duas faixas luminosas. Já para o caso de a luz ser uma onda, o resultado esperado seria um padrão de interferência, uma característica apresentada apenas pelas ondas. O resultado do experimento da fenda dupla foi que a luz obedecia a teoria ondulatória visto que o padrão de interferência foi observado.

O presente artigo tem como objetivo discutir as potencialidades do experimento de Young a partir da difração da luz em um fio de cabelo, além de abordar como ocorreu, historicamente, o embate sobre a natureza da luz. Esse trabalho faz parte de uma aula ministrada em uma turma do segundo ano do ensino médio integrado em eletrotécnica do IFPE – Campus Pesqueira.

A aula ocorreu no primeiro semestre de 2023 e contou com a participação de 29 alunos. Os conteúdos trabalhados ainda não tinham sido vistos pela turma. Essa ação foi uma das atividades propostas pela disciplina de Laboratório e Prática do Ensino de Física do sexto período do curso de Licenciatura em Física do IFPE Campus Pesqueira que tinha como orientação trabalhar conteúdos de óptica e ondulatória. A escolha de abordar o experimento da fenda dupla se deu tendo em vista que o tema oferece diversas possibilidades a serem discutidas, tanto a parte de interferência e difração das ondas, como nos permite estudar o contexto histórico em que o experimento foi realizado e sua importância na história da Física.

## METODOLOGIA

Para a ocorrência da aula na turma de Eletrotécnica do 4º período do IFPE Campus Pesqueira composta por 29 alunos (Figura 1), elaboramos um material que foi utilizado durante a aula como forma de aprendizado para a teoria e um experimento simples para a aplicação na prática.

Com isso, a aula foi programada por partes: a primeira com apresentação da teoria abordando como foi construído os conceitos do tema em questão que foi a ‘Dualidade onda-partícula’, a segunda parte consistia na elaboração do experimento por parte dos alunos (Figura 2) que compreendeu a utilização de um laser e um fio de cabelo para observar o padrão de interferência formado pela luz ao se difratar no fio de cabelo e a terceira se deu pela aplicação de um questionário (Tabela 1) que foi entregue junto com um roteiro para a montagem do experimento.

Figura 1 - Estudantes participantes da aula e licenciandas ministrantes da aula



Figura 2 - Estudantes elaborando o experimento



O plano de aula preparado para a aula de Dualidade onda-partícula, abordou conteúdos como interferência ondulatória e o comportamento da luz e das partículas como elétrons, prótons e nêutrons. Ao iniciarmos a aula, questionamos os alunos sobre os conceitos prévios que eles tinham sobre a luz a fim de verificar o conhecimento prévio dos mesmos sobre o assunto e poder assim perceber no final da aula o que eles tinham aprendido.

Dando sequência a aula, foi discutido inicialmente se a luz era onda ou partícula, mencionando os físicos como Isaac Newton, Thomas Young e Christiaan Huygens e suas explicações para o comportamento da luz. Após isso, explicamos como se deu o experimento de Young e qual seria o resultado esperado que a luz formasse ao atravessar uma ou duas fendas, caso fosse constituída por partículas.

Em seguida, abordamos qual seria o resultado se a luz fosse uma onda e, para isso, apresentamos as características da interferência ondulatória (Figura 3). Concluída a primeira parte, distribuimos o roteiro do experimento onde incluía também as perguntas propostas para serem respondidas após a aula e feito o experimento.

Figura 3 - Explicação da interferência ondulatória



Prosseguindo, após os alunos realizarem o experimento, retomamos a apresentação de slides para fazer uma sistematização sobre os resultados observados no experimento e as conclusões obtidas, ou seja, de acordo com o experimento de Young, a luz era uma onda. A partir disso, ampliamos essa discussão apresentando aos estudantes o conceito da dualidade onda-partícula que surgiu com o advento da Mecânica Quântica. Para finalizar a aula, os alunos responderam ao questionário mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Questionário aplicado aos alunos

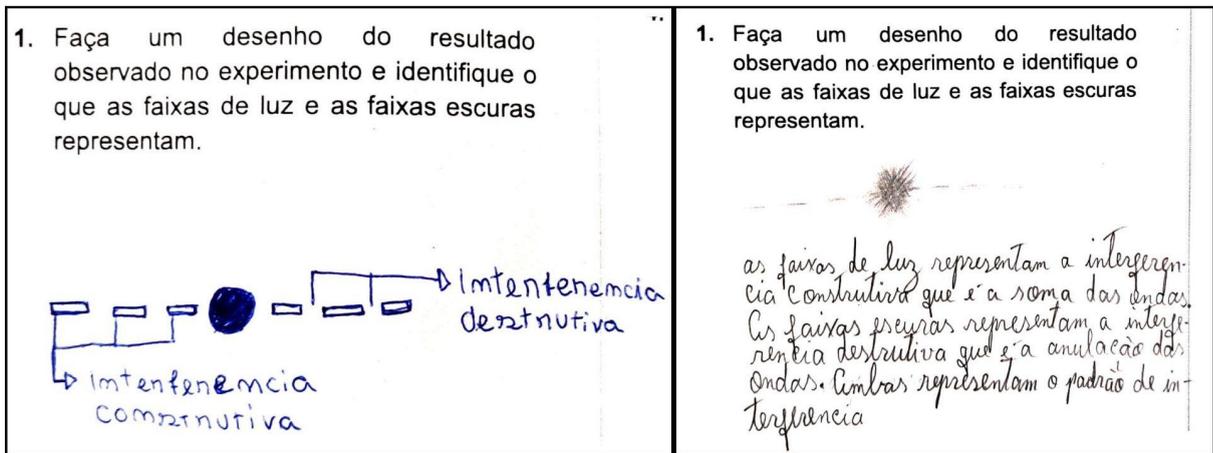
|   |
|---|
| Questão 1 – Faça um desenho do resultado observado no experimento e identifique o que as faixas de luz e as faixas escuras representam.                                     |
| Questão 2 – De acordo com a experiência de Young, qual a natureza da luz? Por que?  |
| Questão 3 – Se você substituir o fio de cabelo por um material de diâmetro maior, como por exemplo um cadarço, é possível obter o mesmo resultado? Justifique sua resposta. |
| Questão 4 – A partir do que foi visto na aula, qual é a natureza da luz?  |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da atividade que foi proposta aos estudantes durante a aula, cabe fazer uma análise das respostas obtidas no questionário entregue aos alunos. Com relação à primeira pergunta, foi pedido aos alunos que fizessem um desenho do resultado observado no

experimento. Analisando a Figura 3, que mostra as respostas de dois alunos, percebemos que os estudantes retratam no desenho o padrão observado destacando as faixas de luz intercaladas por faixas onde não há luz, além de destacar que no centro a intensidade da luz projetada no anteparo é maior. Notamos também que os estudantes conseguiram compreender que as faixas de luz são resultado da interferência construtiva das ondas de luz e as regiões onde não há luz são resultado da interferência destrutiva.

Figura 3 - respostas da questão 1



*Transcrição: as faixas de luz representam a interferência construtiva que é a soma das ondas. As faixas escuras representam a interferência destrutiva que é a anulação das ondas. Ambas representam o padrão de interferência.*

Com relação à segunda e quarta questão, em que a primeira pergunta acerca da natureza da luz de acordo com a experiência de Young e a segunda pergunta sobre a natureza da luz a partir das conclusões do que foi visto na aula, as respostas dos alunos mostraram que houve uma compreensão e assimilação do conteúdo visto que os estudantes, em sua maioria, responderam corretamente. Ou seja, como mostrado na Figura 4, na segunda questão, 24 dos estudantes responderam que, de acordo com o experimento da dupla fenda realizado por Young, a luz teria uma natureza ondulatória pois apresentou características como interferência e difração que são exclusivamente de ondas.

Dos 5 alunos restantes, 2 responderam que a luz seria formada por partículas pois entenderam que o tracejado (padrão de interferência), formado no anteparo, seriam as partículas de luz. Os outros 3 responderam que a luz poderia se comportar como onda e partícula. Já na quarta questão, todos responderam que a luz teria uma natureza dual, podendo se comportar como onda ou partícula. É importante ressaltar que essas questões foram

discutidas durante a aula a partir das discussões propostas, de forma que o objetivo das perguntas era verificar se houve essa compreensão.

Figura 4 - respostas da questão 2

|  |  |
|--|--|
| <p>2. De acordo com a experiência de Young, qual a natureza da luz? Por quê?</p> <p>Young mostrou que a natureza da luz é um fenômeno ondulatório, por causa dos fenômenos de difração e interferências.</p> | <p>2. De acordo com a experiência de Young, qual a natureza da luz? Por quê?</p> <p>Partícula, porque o laser bate no fio de cabelo ela se transforma em um tracejado.</p> |
|--|--|

*Transcrição 1: Young mostrou que a natureza da luz é um fenômeno ondulatório, por causa dos fenômenos de difração e interferências.*

*Transcrição 2: Partícula, porque o laser bate no fio de cabelo ela (luz) se transforma em um tracejado.*

A terceira questão, que pergunta se é possível obter o mesmo resultado, ou seja, o mesmo padrão de interferência, caso o fio de cabelo seja substituído por um material com diâmetro maior como um fio de cabelo, foi a que apresentou maiores diferenças entre as respostas dos alunos, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - respostas da questão 3

|  |   |
|--|---|
| <p>3. Se você substituir o fio de cabelo por um material de diâmetro maior, como por exemplo um cadarço, é possível obter o mesmo resultado? Justifique sua resposta.</p> <p>não, pois como o fio de cabelo é mais fino se propaga melhor na parede, e quando se usa o cadarço, como o material é mais grosso, o laser não consegue ultrapassar.</p> <p style="text-align: right;">1</p> | <p>3. Se você substituir o fio de cabelo por um material de diâmetro maior, como por exemplo um cadarço, é possível obter o mesmo resultado? Justifique sua resposta.</p> <p>Não, por que tem algo no cadarço</p> <p style="text-align: right;">2</p>   |
| <p>3. Se você substituir o fio de cabelo por um material de diâmetro maior, como por exemplo um cadarço, é possível obter o mesmo resultado? Justifique sua resposta.</p> <p>Sim, não irá afetar a luz. Acontece neste caso (ambos) o fenômeno de difração. Portanto, será a mesma coisa gerando (e abrandando) a natureza da luz (ondulatória).</p> <p style="text-align: right;">3</p> | <p>3. Se você substituir o fio de cabelo por um material de diâmetro maior, como por exemplo um cadarço, é possível obter o mesmo resultado? Justifique sua resposta.</p> <p>acho que sim, se a fonte de luz for maior que um laser. Sim porque o efeito que vai ocorrer é o mesmo.</p> <p style="text-align: right;">4</p> |

*Transcrição 1: Não, pois como o fio de cabelo é mais fino se propaga melhor na parede, e quando se usa o cadarço, como material é mais grosso, o laser não consegue ultrapassar.*

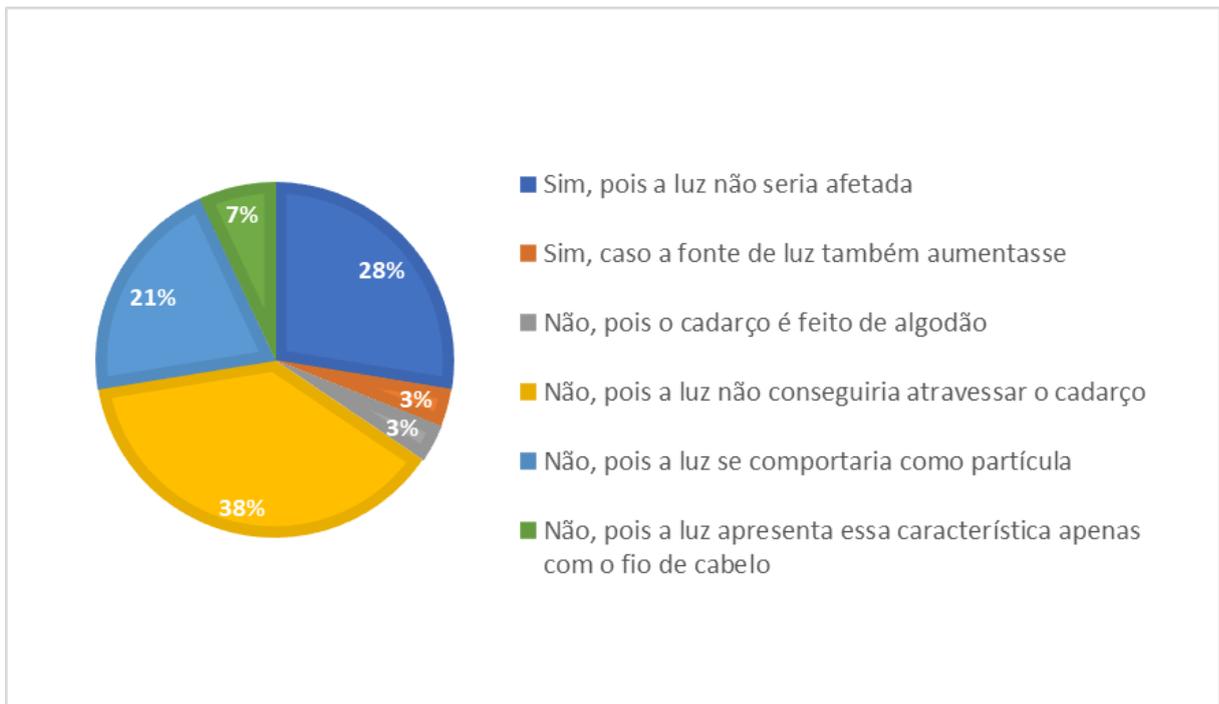
*Transcrição 2: Não, porque tem algodão no cadarço.*

*Transcrição 3: Sim, não irá afetar a luz. Ocorrerá neste caso (ambos) o fenômeno de difração. Portanto, será a mesma coisa gerando (e abordando) a natureza da luz (ondulatória).*

*Transcrição 4: Acho que sim, se a fonte de luz for maior que um laser. Sim porque o efeito que vai causar é o mesmo.*

Diferente da segunda e quarta questão que haviam sido discutidas durante a aula, essa não foi. Sendo assim, o objetivo da pergunta no questionário seria analisar as hipóteses levantadas pelos estudantes para explicar o problema apresentado. O Gráfico 1 mostra as respostas obtidas.

Gráfico 1 - Respostas da questão 3



Analisando o gráfico, dos 29 estudantes, 9 responderam que sim, isto é, ao substituir o fio de cabelo por um cadarço, o resultado observado no experimento seria o mesmo. Desses 9, 1 (3%) usou como justificativa o fato de que o resultado seria o mesmo apenas se fosse utilizada uma fonte de luz “maior” que o laser. Nesse sentido, a hipótese levantada pelo estudante é de que deve haver uma relação de proporcionalidade entre a fonte de luz e o diâmetro da barreira, ou seja, aumentando a espessura da barreira, para se obter o mesmo padrão de interferência, seria necessário utilizar uma fonte de luz maior. O sentido do termo “maior” utilizado pelo aluno não foi explicado, mas provavelmente ele pode estar sugerindo

uma fonte de luz mais potente que a do laser. Por outro lado, os outros 8 (28%) estudantes justificaram que o resultado seria o mesmo pois a luz não seria afetada, visto que apenas a barreira por onde a luz sofreria a difração seria mudada, mas a fonte de luz ainda seria a mesma. Nesse caso, a hipótese levantada pelos alunos é de que o obstáculo não interfere na difração da luz, caso a fonte de luz utilizada seja a mesma.

Com relação aos 20 estudantes que responderam que o resultado observado no experimento não seria o mesmo, dividimos as respostas em quatro grupos: 1 (3%) resposta justificou que o resultado não seria o mesmo devido ao material do cadarço ser feito de algodão, mas não foi explicado o motivo pelo qual o algodão em si poderia impedir que a luz atravessasse o cadarço. Outros 11 (38%) usaram como justificativa o fato do cadarço ser mais grosso e, por isso, a luz não conseguiria atravessá-lo fazendo com que não se formasse o padrão de interferência. Essa hipótese está de acordo com a literatura, pois, para que seja possível observar o fenômeno da difração, é necessário que o diâmetro da barreira seja da mesma ordem do comprimento de onda da luz, que no caso dos lasers utilizados (650 nm) era muito menor que o diâmetro de um cadarço.

Seguindo a análise, 6 dos estudantes (21%) responderam que quando se é utilizado o fio de cabelo, que possui menor diâmetro, a luz se comporta como onda, entretanto, se substituirmos o fio de cabelo pelo cadarço, que tem maior diâmetro, a luz se comporta como partícula. Sendo assim, o padrão de interferência não seria formado já que a luz se comportaria como partícula. Por fim, 2 (7%) responderam que a luz tem a capacidade de se comportar como onda e partícula apenas quando se é utilizado o fio de cabelo, então, utilizando um cadarço, o padrão não seria observado. Essas hipóteses também estão de acordo com a literatura uma vez que a luz se comporta como onda, pois sofre difração e interferência ao atravessar o fio de cabelo, mas também atinge o anteparo como uma partícula.

A partir dos questionários respondidos pelos alunos, percebe-se que a turma conseguiu responder às questões levantando hipóteses a partir de suas percepções utilizando-se de diferentes justificativas. No caso da terceira questão, nosso objetivo não foi dizer se as respostas estavam certas ou erradas pois, como destaca Vasconcellos (1998), para além disso, o papel do professor como avaliador envolve a compreensão das hipóteses que estão por trás das respostas de cada aluno. Sendo assim, os alunos puderam ter uma aprendizagem significativa mesmo diante de um assunto abordado em pouco tempo, mas que gerou uma discussão relevante entre eles sobre a natureza da luz.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que a abordagem do conteúdo da dualidade onda-partícula a partir da realização do experimento de Young fomentou o engajamento, o debate e o levantamento de hipóteses entre alunos sobre a natureza da luz. Além disso, a discussão sobre o comportamento dual da luz se faz importante uma vez que compreende temas da Física Moderna que, muitas vezes, não são contemplados na grade curricular do ensino médio.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. C.; DE SOUZA FILHO, M. P. O experimento virtual da dupla fenda ao nível do ensino médio (parte II): uma análise quântica do comportamento corpuscular e ondulatório da luz. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 697-716, set. 2016.

MOURA, B. A. Newton versus Huygens: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 36, n. 1, p. 302-329, abr. 2019

VASCONCELLOS, C. S. (1998). Avaliação da aprendizagem: práticas de mudança – por uma práxis transformadora. São Paulo: Libertad.